



El hogar sin cables, ¿es posible?

Luis Cucala García

16/06/2010

A Fondo



*En una sociedad tan tecnológica como la nuestra, los cables son una presencia cotidiana...y fuente de algunos problemas. ¿Sería posible prescindir de ellos sin perjudicar el funcionamiento de los dispositivos electrónicos?*

*Televisores, reproductores de vídeo, teléfonos, ordenadores, media centers y demás aparatos proliferan por nuestros tecnificados hogares, y junto a ellos, como malas hierbas, medran los indeseados cables. Los cables ocasionan errores de instalación, asustan y molestan a los clientes, requieren taladros en las paredes para pasarlos de una habitación a otra, pero... ¿es posible librarse de ellos? La respuesta podría ser la radio.*

### **Los cables en el hogar son un problema**

En tiempos pasados la única necesidad de cableado en el hogar era asegurar que el coaxial con las señales de la antena del tejado llegara a nuestro televisor. La situación se complicó levemente con el VHS o el DVD, pero a fin de cuentas el problema se acotaba a un discreto cable que podía ocultarse detrás de algún mueble.

Sin embargo, la carrera acelerada hacia la tecnificación puede convertir a nuestros hogares en junglas de cables. Veamos algunos ejemplos:

- La televisión distribuida por la red de acceso de tipo IPTV (*Internet Protocol TV*), que exige instalar un equipo descodificador junto al televisor y un cable que lo conecte al módem ADSL. Y por supuesto, si hay varios televisores, serán necesarios varios descodificadores y varios cables adicionales. Este cableado suele ser particularmente conflictivo, pues a menudo necesita recorrer toda la casa y atravesar paredes.
- El rincón del televisor en el salón empieza a ser un lugar bastante complicado, conviviendo en engañosa armonía el televisor (probablemente con entrada para el PC), el reproductor DVD, el equipo *Media Center*, el descodificador de IPTV, el receptor de televisión por satélite, etc.
- Empiezan a proliferar los hogares automatizados, donde es posible activar alarmas, programar la calefacción o abrir el garaje desde una aplicación informática, accesible desde el televisor o un

ordenador.

Como podemos comprobar las necesidades de comunicación han escapado del estrecho recinto del salón, y ahora se extienden, con su rémora de cables, por los dormitorios, cocina, estudio o garaje. El problema está en que a nadie le gustan los cables, pues tienen la mala costumbre de desconectarse o necesitan atravesar paredes. ¿Pero podemos librarnos de ellos?

### **La radio puede ser la solución**

Los cables son un problema, pero evidentemente de alguna forma habrá que llevar la información de un sitio a otro; si la solución no puede ser cableada tendrá que ser inalámbrica.

Sin embargo el medio de propagación radio es mucho más desfavorable que el cableado. La señal radio elige cualquier camino disponible entre el transmisor y el receptor, de forma que en el receptor se reciben varias copias retardadas, y con diferentes niveles, de lo que envió el transmisor. El resultado es una distorsión de la señal recibida, que debe ser corregida en el receptor, lo que aumenta su complejidad. El procedimiento que se suele emplear con más frecuencia es transmitir con modulaciones multiportadora [1] y usar técnicas multiantena [2], para alcanzar velocidades de entre 100 y 200 Mbit/s en entornos favorables.

Sin embargo, la principal dificultad a la que nos enfrentamos es la disponibilidad de espectro. Este puede ser licenciado, por el cual pagan los operadores de telecomunicaciones y es siempre escaso, o de uso libre, que por definición (al poder usarlo cualquiera) suele estar interferido. En el hogar esta interferencia se podrá dar entre vecinos o incluso con el exterior del edificio, y es en última instancia la que va a dictar los límites de lo que se puede soportar por radio en los domicilios.

### **Tecnologías radio y estándares**

Los estándares radio para comunicaciones inalámbricas en el hogar, disponibles o en desarrollo, son muchos, así que procederemos a un repaso breve de sus principales características.

El más conocido es el Wi-Fi, nombre comercial del estándar IEEE 802.11 [3],[4] en sus múltiples variantes, siendo la más reciente la 11n. Trabaja en las bandas de 2,4 y 5 GHz, y puede incorporar tecnología multiantena y otras mejoras para ofrecer tasas de teóricas de transmisión superiores a los 200 Mbit/s. Debemos insistir en que son valores teóricos y muchas veces irrealizables en la práctica, pues la atenuación de la señal, la propagación y las interferencias limitarán los valores reales.

Otro interfaz radio que busca abrirse hueco en el espectro de 5 GHz es el conocido como *Wireless Home Digital Interface* (WHDI) [5]. Su objetivo es bastante concreto; prescindir del cable (típicamente el típico HDMI) que une el reproductor de vídeo con el televisor.

También es muy popular el interfaz Bluetooth [6], que está orientado a lo que se conoce como redes de área personal, y se incluye en dispositivos habituales en el hogar como la Wii o la PlayStation 3. Permite la interconexión de dispositivos con velocidades de hasta 3 Mbit/s en la versión 2.0, y trabaja en la misma banda de frecuencias de 2,4 GHz empleada por Wi-Fi, de modo que puede afectar a las prestaciones de esta última.

En la misma banda de 2,4 GHz trabajan otros estándares menos conocidos, como por ejemplo Zigbee [7], pensados para la transmisión de señales de muy baja velocidad. Se emplean para la interconexión radio de sensores y actuadores para el control domótico del hogar. Si bien estas interfaces radio emiten potencias bajas, se añaden al ruido de fondo de interferencias que deben soportar Wi-Fi y Bluetooth.

Y entrando en bandas de frecuencia exóticas, el estándar WirelessHD [8] trabaja en la banda de 60 GHz, y en teoría debería soportar velocidades de hasta 6 Gbit/s. Su objetivo es enviar vídeo de alta definición sin comprimir, eliminando cables entre reproductores y televisores. Otro ejemplo es el estándar TransferJet, para comunicaciones a muy corta distancia (2 o 3 centímetros) y permite velocidades de pico 560 Mbit/s.

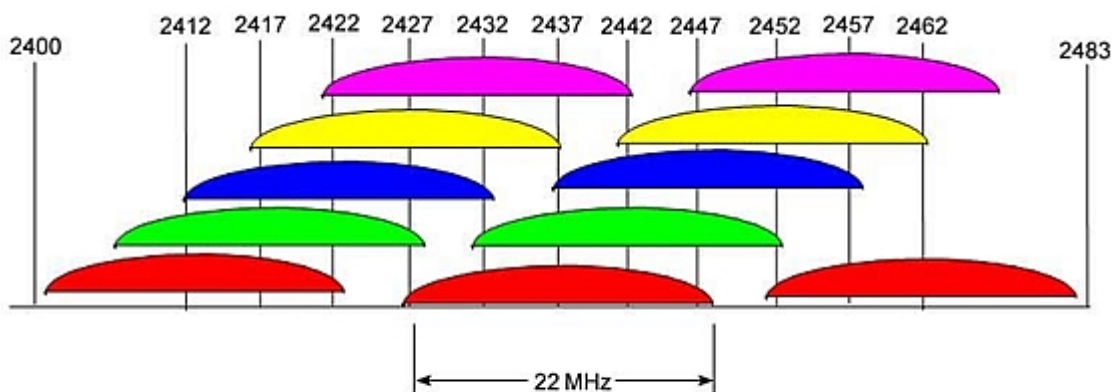
Y por último debe mencionarse a los estándares de telefonía móvil, como GSM o HSPA, que si bien no son estrictamente interfaces para comunicaciones domésticas, las limitaciones de cobertura o capacidad que se dan a veces están llevando a los operadores a instalar en las casas los llamados femtonodos, pequeñas estaciones base de muy baja potencia, como una Wi-Fi, que emiten desde dentro del hogar.

### El espectro radio disponible

La disponibilidad de frecuencias es el principal cuello de botella en el despliegue de soluciones radio domésticas. La mayor parte del espectro está asignado por los reguladores [9] a determinados servicios, de modo que puede considerarse propietario. En el entorno del hogar, las principales bandas de frecuencia disponibles son las siguientes:

#### ***Banda de 2,4 GHz. La saturación del espectro***

Esta es la banda más popular, va de 2.400 a 2.483,5 MHz, y es empleada por Wi-Fi y Bluetooth. Para el caso particular de Wi-Fi, permite soportar solo 3 canales que no se solapen, de modo que no es de extrañar que en zonas urbanas este espectro esté completamente saturado.



**Figura 1. Canalización Wi-Fi en 2,4 GHz**

#### ***Banda de 5 GHz. Hay más espectro, pero no ilimitado***

Esta banda va de 5.150 a 5.350 MHz, y de 5.470 a 5.725 MHz, y su uso ha comenzado muy recientemente, de modo que a diferencia de la banda de 2,4 GHz que se lleva empleando bastantes años, todavía se encuentra poco interferida. Esta es una de las bandas de operación del Wi-Fi 11n, que podría soportar en teoría 22 canales radio.

La *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) publicó la norma [10] para las redes Wi-Fi en 5 GHz, e impone que cuando se enciende el equipo primero hay que comprobar si el canal está siendo usado por un radar. El tiempo de comprobación es de 10 minutos si se está en la banda de 5600 a 6550 MHz. En la práctica esto se traduce en que tres canales radio quedan inutilizados, estando así disponibles solo 19.

También es importante resaltar que no hay ninguna especificación sobre la capacidad de un receptor Wi-Fi para operar en un canal radio, cuando el adyacente está siendo usado por otra Wi-Fi, de modo que en muchas ocasiones dos Wi-Fi diferentes no pueden operar en canales radio adyacentes, pues se interfieren, reduciendo el número de canales disponibles reales.

#### ***Bandas milimétricas (60 GHz). Disponible muchísimo espectro, pero no llega muy lejos***

Esta banda va de 57 a 66 GHz [11], así que se dispone de unas 20 veces más ancho de banda que en 5 GHz. Sin embargo, hay una pega, y muy grande; la propagación en esta banda de frecuencias empieza a parecerse a la de la luz, de modo que necesita de visión directa entre el transmisor y el receptor, y

cualquier obstáculo, como por ejemplo una persona que cruza el haz radio, puede interrumpir la comunicación. Evidentemente, esto supone también que las señales no pueden salir de una habitación.

## La cobertura

La capacidad de que un transmisor pueda cubrir un hogar completo depende de la frecuencia de operación y de la potencia transmitida, limitada por la regulación. Como ya se ha explicado, la propagación en bandas de frecuencia muy elevadas (por encima de los 10 GHz aproximadamente) se ve circunscrita a la habitación desde donde la señal es transmitida, de modo que para cubrir varios recintos sería necesario emplear algún tipo de repetidor.

Otro aspecto que conviene matizar es el de la diferencia de atenuación de la señal en 2,4 GHz, con respecto a la de 5 GHz. Los vendedores de equipos Wi-Fi 11n emplean el argumento de que en esta última banda la atenuación entre viviendas es mucho mayor que en 2,4 GHz, de modo que la interferencia procedente de los vecinos será mucho menor. Esto no es del todo cierto, pues la atenuación es solo ligeramente mayor, como se puede apreciar en la siguiente figura, que representa el nivel de señal radio en un hogar típico (el círculo rojo indica el punto desde donde se transmite, y a medida que se pasa a un tono verde oscuro la señal tiene un nivel más bajo, muy similar en ambos casos). La conclusión es que seguiremos detectando las Wi-Fi de otras casas.

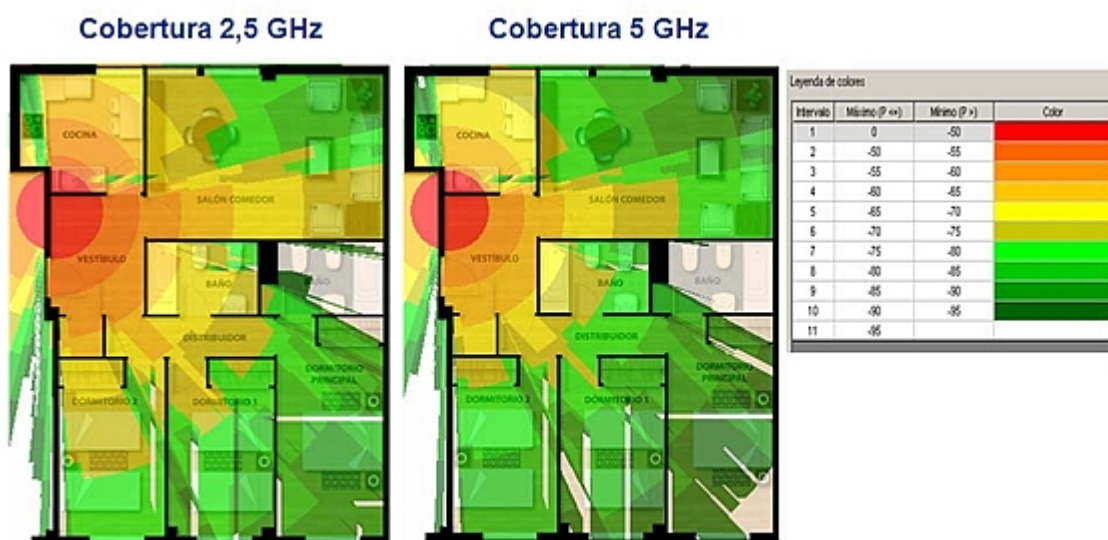


Figura 2. Coberturas desde un único transmisor, a 2,5 y 5 GHz

## La necesidad de enviar televisión de alta definición

Una necesidad específica que se dará en muchos hogares es soportar televisión de alta definición (HDTV) por radio, para distribuir varios canales de forma simultánea a diferentes habitaciones. Por el momento no existe una solución comercial definitiva, pues las opciones que se están considerando tienen sus puntos

fuertes y sus debilidades. A continuación se muestra una tabla donde se comparan Wi-Fi, y la TDT (*Terrestrial Digital Television*) enviada en la banda de 5 GHz

**Tabla 1. Opciones para el envío radio de HDTV**

	WiFi 11n MIMO	TDT en 5 GHz
Escenario de uso	IPTV	TDT
Capacidad por canal radio	2-3 HDTV	2 HDTV
Cobertura	Hogar típico	Hogar típico
Banda libre o licenciada	Libre	Libre

### Perspectivas de futuro

Hablar del futuro de las comunicaciones inalámbricas en el hogar es aventurado, pero se pueden hacer ciertas predicciones razonables.

La primera es que cada vez más dispositivos de electrónica de consumo vendrán equipados con una o varias interfaces radio; por ejemplo, los *Media Center* o los televisores con Wi-Fi ya no son una novedad, en algún momento se ofrecerán reproductores Blu-ray con conectividad inalámbrica, la variantes Bluetooth de baja energía se integrarán en relojes, y diferentes sensores inalámbricos gestionarán el hogar.

La segunda predicción es que la banda de 5 GHz, ahora poco empleada, se popularizará hasta el extremo de verse tan congestionada como la de 2,4 GHz. Esto supondrá la búsqueda de nuevas zonas del espectro, en frecuencias cada vez más elevadas.

La tercera predicción es que el espectro estará cada vez más interferido, lo que podrá dar lugar a algún problema de calidad de servicio. Esto obligará, a los suministradores y a los operadores de telecomunicaciones, a ofrecer soluciones integradas y que coordinen el del uso del espectro radio.

### Conclusiones

La proliferación de cables en nuestros hogares es una molestia para los usuarios, una fuente de errores y en ocasiones una barrera para desplegar nuevos servicios, de modo que existe un gran interés por prescindir de ellos. El empleo de soluciones inalámbricas es posible, o lo será en el futuro, en muchas de las ocasiones donde ahora se precisa de un cable.

Sin embargo, habrá que tener muy presente que el espectro radio es limitado y que muchos dispositivos competirán por su uso, y que la propagación por el aire es peor que por un cable. Por ello, y en particular si se quiere asegurar cierta calidad en los servicios ofrecidos inalámbricamente en el hogar, será necesario implementar algún tipo de coordinación en el uso del interfaz radio. También se producirá un empleo cada vez más común de bandas que ahora están poco usadas, como la de 5 GHz, lo que en el futuro forzará la búsqueda de frecuencias cada vez más elevadas.

### Breve currículum del autor

Luis Cucala García, Ingeniero de Telecomunicación por la ETSIT de Madrid, responsable de la división de Sistemas de Transmisión Radio de Telefónica Investigación y Desarrollo.

### Referencias

- [1] Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales OFDM ([http://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexaci%C3%B3n\\_por\\_Divisi%C3%B3n\\_de\\_Frecuencias\\_Ortogonales](http://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexaci%C3%B3n_por_Divisi%C3%B3n_de_Frecuencias_Ortogonales))
- [2] Multiple-input Multiple-output MIMO (<http://es.wikipedia.org/wiki/MIMO>)
- [3] 802.11n-2009 IEEE Standard for Information technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Specific requirements Part 11
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.11n-2009](http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11n-2009)
- [5] WHDI (<http://www.amimon.com/technology.shtml>)
- [6] Bluetooth (<http://www.bluetooth.com/Spanish/Pages/default.aspx>)
- [7] Zigbee Alliance (<http://www.zigbee.org/>)
- [8] WirelessHD Consortium (<http://www.wirelesshd.org/>)
- [9] BOE, orden del 19 de febrero de 2010, ITC/332/2010, por la que se aprueba el cuadro nacional de atribución de frecuencias. ([http://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2010-2719](http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2010-2719))
- [10] ETSI EN 301 893 Broadband Radio Access Networks (BRAN); 5 GHz high performance RLAN (<http://www.etsi.org/WebSite/technologies/RadioLAN.aspx>)
- [11] ETSI EN 302 567 Broadband Radio Access Networks (BRAN); 60 GHz Multiple-Gigabit WAS/RLAN Systems ([http://pda.etsi.org/exchangefolder/en\\_302567v010101p.pdf](http://pda.etsi.org/exchangefolder/en_302567v010101p.pdf))